

Process for electrochemical descaling of water in a household apparatus

Patent number: EP1762546
 Publication date: 2007-03-14
 Inventor: CLASSEN EGBERT (DE); JERG HELMUT (DE); MEINARDUS MARTIN (DE); PAINTNER KAI (DE)
 Applicant: BSH BOSCH SIEMENS HAUSGERAETE (DE)
 Classification:
 - international: C02F1/46; A47L15/42; C02F1/461; C02F1/46; A47L15/42; C02F1/461;
 - european: A47L15/42D
 Application number: EP20060119862 20060831
 Priority number(s): DE200510043028 20050909

Also published as:

DE102005043028 (A1)

Cited documents:

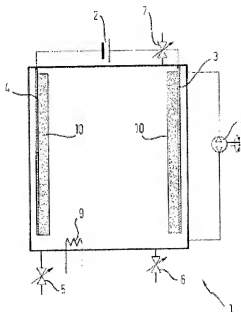
WO2005087669
 DE2708240
 WO0064325
 WO03099096
 WO03096863
 more >>

report a data error here

Abstract of EP1762546

The electrochemical, batch-wise softening of water in dishwasher with electro-chemical reactor (1) with electrodes (3, 4), has introducing the water into the reactor and applying electrical voltage difference between the anodic- and cathodic electrode to electro-chemically soften the water in a single treatment phase, discharging the softened water. Lime is not removed anodically, that is through pole reversals of the electrodes, from cathodic electrode. Apart from the treatment phase, an even number of pole reversals of the electrodes takes place before and after each regeneration phase. The electrochemical, batch-wise softening of water in dishwasher with electro-chemical reactor (1) with electrodes (3, 4), includes introducing the water into the reactor and applying electrical voltage difference between the anodic- and cathodic electrode to electro-chemically soften the water in a single treatment phase, discharging the softened water. Lime is not removed anodically, that is through pole reversals of the electrodes, from cathodic electrode. Apart from the treatment phase, an even number of pole reversals of the electrodes takes place before and after each regeneration phase. No electrical voltage difference between the anodic- and cathodic electrodes is applied during the discharge of the softened water in order to utilize the remaining, lasting after-effect of the electro-chemical softening potential after switching the electrical voltage difference off between the electrodes. A reduction of pH value of the softened water into the acidic range takes place through an anodic carbon dioxide formation to avoid stain formation and/or to improve the washing efficiency in clear and intermediate rinsing processes in the dishwasher. The calcium carbonate crystals forming at the cathode are partly carried along with the softened water for use as rinsing water and act as seed crystals, on which precipitating lime deposits. The softened water is stored temporarily in a separate buffer tank before used as the rinsing water. The cathodic electrode exhibits a porous structure and is composed partly from graphite or carbon felt (10), which exhibits high affinity to carbonate salts and which is brought as an exterior shroud to the inner metal parts of the cathodic electrode for conducting current to facilitate the deposition of the carbonate salts on the electrodes. The anodic electrode exhibits a smooth surface structure and is made from titanium, titanium alloys or coated flat or expanded titanium metal, or other metals for conducting the current. The softening speed is regulated by rotational speed of the water in the reactor and/or incident-flow

Fig. 1



velocity of the water to the electrodes and/or temperature of the water in the reactor and/or the current density at the electrodes and/or the voltage difference applied between the electrodes and/or the pH value of the water in the reactor. The temperature of the water is increased with a heating device (9) and/or the rotational speed and/or the incident-flow velocity of the water are regulated with a circulation pump (8) and/or a rolling rotor in the electro-chemical reactor and/or the pH value of the water is regulated by letting off the developing carbon dioxide from the closed electro-chemical reactor with a ventilation valve (6). An independent claim is included for dishwasher.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)



(11)

EP 1 762 546 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.03.2007 Patentblatt 2007/11

(51) Int Cl.:
C02F 1/46 (2006.01)
A47L 15/42 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 06119862.8

(22) Anmeldetag: 31.08.2006

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Benannte Erstattungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• Classen, Egbert
86637 Wertingen (DE)
• Jerg, Helmut
89537 Giengen (DE)
• Meinardus, Martin
89231 Ulm (DE)
• Paintner, Kai
86477 Adelsried (DE)

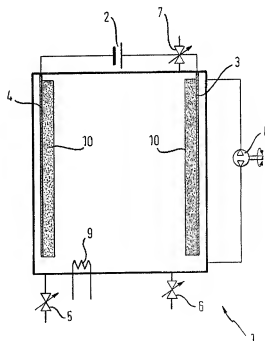
(30) Priorität: 09.09.2005 DE 102005043028

(71) Anmelder: BSH Bosch und Siemens Hausgeräte
GmbH
81739 München (DE)

(54) **Verfahren zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser in einem wasserführenden Haushaltgerät**

(57) Verfahren zur elektrochemischen, diskontinuierlichen Enthärtung von Wasser in einem wasserführenden Haushaltgerät, z. B. eine Geschirrspülmaschine, mit einem elektrochemischen Reaktor (1), mit einer ersten und einer zweiten Elektrode (3, 4) mit folgenden Schritten:

- Einleiten von zu enthärtendem Wasser in den elektrochemischen Reaktor (1),
- Aufbringen einer elektrischen Spannungsdifferenz zwischen der ersten Elektrode (3) und der zweiten Elektrode (4), um das Wasser in einer Behandlungsphase im elektrochemischen Reaktor (1) elektrochemisch zu enthärten und
- Ausleiten des enthärteten Wassers aus dem elektrochemischen Reaktor (1) zur Verwendung als Reinigungsflüssigkeit, z. B. Spülflotte, im wasserführenden Haushaltgerät, wobei während einer Behandlungsphase zur elektrochemischen Enthärtung des Wassers die erste Elektrode stets als Anode (3) und die zweite Elektrode (4) stets als Kathode (4) wirkt.

Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser in einem wasserführenden Haushaltgerät, z. B. einer Geschirrspülmaschine oder eine Waschmaschine, und ein wasserführendes Haushaltgerät zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] In vielen technischen Anwendungen wird Wasser mit einem möglichst geringen Gehalt an Kalk (Calciumcarbonat CaCO_3) benötigt, wobei Kalk (CaCO_3) in kohlensäurehaltigem Wasser als Calciumhydrogencarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) leicht löslich ist. Insbesondere in Geschirrspülmaschinen wird deshalb enthärtetes Wasser benötigt, um Kalkablagerungen auf dem Geschirr und in Komponenten des Geschirrspülers, z. B. Wärmetauschern, Heizstäben oder an der Oberfläche des Spülbehälters zu vermeiden. Bei Waschmaschinen reduziert sich der Waschmittelbedarf bei weichem Wasser erheblich. Des Weiteren sind auch bei Komponenten von Waschmaschinen, z. B. Heizstäbe oder Wärmetauscher, Kalkablagerungen zu vermeiden, um Schäden am Gerät auszuschließen.

[0003] In Geschirrspülmaschinen wird deshalb das Wasser mittels eines Ionenaustauschverfahrens enthärtet. Ionenaustauscher sind z. B. Alkalisilikate, die ihre Alkationen, z. B. Natriumionen, gegen die Calciumionen und Magnesiumionen des harten Wassers austauschen können. Dadurch kann die Gesamthärte des Wassers abgesenkt werden. Die Carbonat- und die Nichtcarbonathärte bleiben unverändert, weil die Carbonationen nicht entfernt werden. Abhängig von der Rohwasserhärte und -menge ist der Ionenaustauscher nach einer bestimmten Zeit mit Calcium- und Magnesiumionen gesättigt. Es ist eine aufwändige Regeneration des Ionenaustauschers durch Spülen des Systems mit Alkalisalzlösungen erforderlich, was für den Benutzer eines wasserführenden Haushaltgeräts nachteiligerweise mit einem hohen Aufwand verbunden ist, weil Regeneriersalz gekauft und vorgehalten werden muss sowie mit einem speziellen Programmschritt, im Allgemeinen umständlich in einem gesonderten Behälter in dem Haushaltgerät in Verbindung zu bringen ist. Des Weiteren muss die Salzlösung umweltschädigend in das Abwasser geleitet werden.

[0004] Aus der DE 198 23 670 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser aus Wasserleitungsrohmnetzen bekannt. Das Wasser wird in ein mit einer Scheidewand ausgerüsteten Elektrolysegerät mit Anoden- und Kathodenkammer kontinuierlich eingeleitet, und die Enthärtung des Wassers in der Kathodenkammer geschieht durch die elektrochemische Kathodenreaktion mit Sauerstoff, der aus der Anode gebildet wird. Es findet keine elektrolytische Zersetzung des Wassers in der Kathodenkammer statt und Hydroxylionen werden ausschließlich aus dem gebildeten Sauerstoff von der Anodenseite erzeugt. Hierzu ist nachteiligerweise eine gesonderte Umwälzung oder ein Umwälzkreis notwendig. Des Weiteren kann die

Scheidewand leicht durch ausgeschiedene Härtesalze verunreinigen, was zu einer sehr nachteiligen Erhöhung des elektrischen und hydraulischen Widerstandes führen kann. Der Energieverbrauch nimmt dann zu und die Entkalkungsleistung ab.

[0005] Aus der EP 1 036 769 A1 ist eine Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung von Wasser mit zwei räumlich beabstandeten Elektroden bekannt. Um beliebige geometrische Formen für die Anode realisieren zu können, ist diese als Schüttung von Kohlenstoffpartikeln mit körniger und scharfkantiger Struktur, in welche die Stromzuführung hineinragt, aufgebaut. Ein Diaphragma begrenzt die Schüttung der Kohlenstoffpartikel als Wand, ist jedoch für die wässrige Lösung und elektrischen Strom durchlässig. Aufgrund der losen Schüttung von Kohlenstoffpartikeln ist nachteiligerweise ein gesonderter Behälter und ein kostspieliges Diaphragma erforderlich.

[0006] Aus der DE 198 52 956 C1 ist eine Vorrichtung zum Behandeln von Wasser gegen Kalkablagerungen bekannt. Mittels elektrolytischer Bildung von Calciumcarbonatkristallen, die als Impfkristalle den sich bei der Einstellung des Kalk-Kohlensäuregleichgewichts ausfallenden Kalk an sich bilden. Um den Verfall der Kathode zu verhindern, ist diese als Rundbürste mit radial von der Bürstennähe abstehenden Borsten ausgebildet. Mittels eines Abstreifers erfolgt das Entfernen der Kalkkristalle von der büstenförmigen Anode.

[0007] Für Hauswasseranlagen ist ein elektrochemisches Verfahren zum Kalkschutz bekannt. In einer Behandlungseinheit befindet sich ein Elektrodenpaar, welches mit Gleichspannung beaufschlagt wird. Durch die Gleichspannung kommt es an der Kathode zur Bildung von OH-Ionen, welche den pH-Wert erhöhen. Dadurch verschiebt sich in der Gleichgewichtsreaktion zwischen CaCO_3 , H_2O und CO_2 einerseits und Ca^{2+} und HCO_3^- andererseits das Gleichgewicht auf die linke Seite, d. h. es kommt zur Abscheidung von Calciumcarbonat (CaCO_3) an der Kathode. Durch regelmäßige Umpolung in sehr kurzen Zeitabständen der Elektroden werden die Kalkkristalle ständig von der Kathode abgespült und als mikroskopisch kleine Impfkristalle in einem kontinuierlichen Prozess mit dem durchfließenden Wasser in das Hauswasserznetz gespült. Die Enthärtung erfolgt bei diesem Verfahren überwiegend durch die Impfkristalle im Hauswasserznetz, deren Wirkung jedoch nur sehr eingeschränkt ist. Die an der Kathode abgeschiedene Calciumcarbonatmenge ist sehr gering, weil diese nur zur Erzeugung von Impfkristallen dient. Dadurch kann nur eine minimale Enthärtung, z. B. unter 2° dH, erreicht werden. Nachteilig ist somit, dass nur eine sehr kleine Enthärtung möglich ist. Aufgrund des kontinuierlichen Durchflussbetriebs während der Enthärtung ist eine Anpassung der Behandlungsparameter, z. B. Wassermenge, Behandlungszeit und Temperatur, nicht möglich. Die Gleichspannung zwischen den Elektroden liegt unterhalb der thermischen Zersetzungsspannung des Wassers von 1,23 V, damit keine schädlichen Nebenprodukte, z. B.

Nitrit, Ammonium, durch die Elektrolyse des Wassers entstehen.

[0008] Aus der DE 10 2005 008 506.7 der Anmelderin ist Verfahren zur elektrochemischen, diskontinuierlichen Enthärtung von Wasser in einem wasserführenden Haushaltgerät, z. B. eine Geschirrspülmaschine, mit einem elektrochemischen Reaktor mit einer Kathode und einer Anode bekannt. Außerdem ist ein wasserführendes Haushaltgerät, z. B. eine Geschirrspülmaschine, mit einem elektrochemischen Reaktor zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser mit einer Anode und Kathode im elektrochemischen Reaktor beschrieben, wobei das im elektrochemischen Reaktor enthartete Wasser als Reinigungsflüssigkeit, insbesondere Spülflotte, genutzt wird.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Enthärtung von Wasser in einem wasserführenden Haushaltgerät und ein wasserführendes Haushaltgerät zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen, welche es erlauben, eine besonders effektive und kostengünstige Enthärtung von Wasser zu ermöglichen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Verfahren nach Anspruch 1 und ein erfindungsgemäßes wasserführendes Haushaltgerät nach Anspruch 15 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind durch die abhängigen Ansprüche gekennzeichnet.

[0011] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur elektrochemischen, diskontinuierlichen Enthärtung von Wasser in einem wasserführenden Haushaltgerät, z. B. eine Geschirrspülmaschine, mit einem elektrochemischen Reaktor mit einer ersten und einer zweiten Elektrode weist die folgenden Schritte auf:

Einleiten von zu enthartendem Wasser in einen elektrochemischen Reaktor,
Aufbringen einer elektrischen Spannungsdifferenz zwischen einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode, um das Wasser in der Behandlungsphase im elektrochemischen Reaktor elektrochemisch zu enthärten und Ausleiten des entharteten Wassers aus dem elektrochemischen Reaktor zur Verwendung als Reinigungsflüssigkeit, z. B. Spülflotte, im wasserführenden Haushaltgerät, wobei während einer Behandlungsphase zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser die erste Elektrode stets als Anode und die zweite Elektrode stets als Kathode wirkt.

Die erste Elektrode wirkt in der Behandlungsphase im Wesentlichen nur als Anode, so dass sich an der ersten Elektrode im Wesentlichen kein Calciumcarbonat anlagert. Die zweite Elektrode wirkt im Wesentlichen als Kathode, an der sich Calciumcarbonat anlagert. Dadurch kann die erste Elektrode aus einem anderen Material und/oder mit einer anderen Oberflächenstruktur ausgebildet werden als die zweite Elektrode, jeweils spezifisch für die Verwendung als Anode oder Kathode in der Be-

handlungsphase. Die Anode muß somit über eine ausreichende Oxidationsstabilität verfügen und die Kathode ausreichend Kalk aufnehmen können. Dadurch kann vorteilhafterweise eine gleichmäßige Enthärtungskinetik (-geschwindigkeit) unter sonst gleichen Bedingungen, z. B. Strom, Temperatur, erreicht werden, weil die Elektroden eine gleichmäßige, unter Umständen langsam abnehmende Leistungsfähigkeit aufweisen. Die Steuerung der Enthärtung ist damit genauer durchführbar.

[0012] Zweckmäßigerweise wird der Kalk nicht anodisch, d. h. durch Umpolen der Elektroden, von der zweiten Elektrode entfernt (zweite Elektrode ist als Anode gepolt). Dadurch ist kein Schaltung erforderlich, welche die Umpolung bewerkstelligt. Die hohen Stromstärken bzw. Spannungen während der Regenerationsphasen an den Elektroden sind nicht erforderlich. Auch die Zeit während des Einleitens oder Ausleitens von Wasser in oder aus den elektrochemischen Reaktor kann zum Enthärten genutzt werden. Die zweite Elektrode, welche als Kathode wirkt und an der sich das Calciumcarbonat anlagert, muss deshalb dahingehend ausgebildet sein, dass diese über die gesamte Lebensdauer des wasserführenden Haushaltgerätes das anfallende Calciumcarbonat vorzugsweise über eine entsprechende Porenstruktur aufnehmen kann. In einer weiteren Variante kann auch ein Austausch der Kathode erforderlich sein.

[0013] In einer vorteilhaften Ausführungsform erfolgt außerhalb der Behandlungsphase eine gerade Anzahl an Umpolungen der Elektroden zum anodischen Entfernen von Kalk (Regenerieren) der zweiten Elektrode, insbesondere vor und nach jeder Regenerationsphase zum Entfernen von Kalk von den Elektroden, eine Umpolung der Elektroden. Dadurch wirkt die zweite Elektrode (im Vergleich zur ungeraden bzw. einfachen Umpolung außerhalb der Behandlungsphase) stets als Kathode in der Behandlungsphase, so dass sich an der ersten Elektrode kein Calciumcarbonat anlagert. Durch das Umpolen in der Regenerationsphase kann die zweite Elektrode anodisch von Kalk befreit werden.

[0014] In einer weiteren Variante ist während des Ausleitens des entharteten Wassers aus dem elektrochemischen Reaktor keine elektrische Spannungsdifferenz zwischen Anode und Kathode aufgebracht, um das nach dem Abschalten der elektrischen Spannungsdifferenz zwischen Anode und Kathode verbleibende träge Nachwirken des elektrochemischen Enthärtungspotential ausnutzen zu können. Insbesondere bei der Verwendung von der zweiten Elektrode mit einer porösen (Oberflächen-)struktur, z. B. poröse Kohlenstoffzelle, tritt auch nach Abschalten der elektrischen Spannungsdifferenz zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode ein träge Nachwirken der Enthärtungswirkung ein. Dies kann damit ausgenutzt werden. Die zugeführte Ladungsmenge kann damit besser ausgenutzt werden. Außerdem ist das in den Poren verbleibende Porenwasser nach den Nachspülungen weniger kalklösend als vor den Nachspülungen, so dass eine Aufhäufung des Wasser im elektrochemischen Reaktor durch Auflösung der

Kalkschichten an der zweiten Elektrode vermieden bzw. verringert wird.

[0015] In einer ergänzenden Ausführungsform erfolgt durch eine anodische Kohlensäurebildung eine pH-Wert Absenkung des enthärteten Wassers in den sauren Bereich, um vorzugsweise in Klar- und Zwischenspülgängen in einer Geschirrspülmaschinen insbesondere Fleckenbildungen zu vermeiden und/oder die Reinigungsleistung zu erhöhen. An der Anode bildet sich Kohlendioxid. Dadurch entsteht Kohlensäure, was die pH-Wert Absenkung bewirkt. Messtechnisch kann beispielsweise der pH-Wert des Wassers im elektrochemischen Reaktor erfasst werden und die Strom- und/oder Spannungstärke an den Elektroden entsprechend gesteuert werden, dass der gewünschte pH-Wert vorhanden ist. Das saure enthärtete Wasser ist kalklösend und verhindert somit beispielsweise in Geschirrspülmaschinen eine Fleckenbildung durch Kalk.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform werden an der Kathode sich bildende Calciumcarbonatkristalle wenigstens teilweise vom enthärteten Wasser zur Verwendung als Reinigungsflüssigkeit mitgenommen, so dass die Calciumcarbonatkristalle als Impfkristalle wirken, an denen sich ausfallender Kalk anlagern kann. Dadurch können beispielsweise Kalkablagerungen an Spülgut in einer Geschirrspülmaschine vermieden oder reduziert werden.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform wird das enthärtete Wasser in einem gesonderten Zwischenspeicher vor der Verwendung als Reinigungsflüssigkeit zwischengespeichert.

[0018] Vorzugsweise besteht die erste Elektrode und die zweite Elektrode aus unterschiedlichem Material. Da in der Behandlungsphase die erste Elektrode als Anode und die zweite Elektrode als Kathode wirkt, können aufgrund der unterschiedlichen Verwendung der ersten und zweiten Elektrode die entsprechend optimalen Materialien jeweils für die Anode und Kathode gewählt werden. In einer durch gerades Umpolen durchgeführten Regenerationsphase bleibt innerhalb der Regenerationsphase die Verwendung der ersten und zweiten Elektrode als Anode oder Kathode gleich, ist somit lediglich gegenüber der Behandlungsphase vertauscht.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform verfügt wenigstens eine Elektrode wenigstens teilweise über eine Porenstruktur. Vorzugsweise wird die Porenstruktur für die Kathode, d. h. für die zweite Elektrode, gewählt, weil sich hier Calciumcarbonat anlagert. Dies ermöglicht das schnelle und effektive Entkalken des Wassers. Aufgrund der Porenstruktur können sich große Mengen an Carbonatsalzen an der Kathode anlagern, so dass eine Regeneration nur in großen Zeitabständen notwendig ist.

[0020] Zweckmäßigerweise besteht die zweite Elektrode wenigstens teilweise aus Graphit- oder Kohlenstofffilzen, vorzugsweise als äußere Ummantelung von Metallteilen im Inneren der Anode zum Leiten des Stromes, die eine hohe Affinität zu Erdalkalisalzen, z. B.

[0021] Carbonatsalze, aufweisen, um das Anlagern z.

B. der Carbonatsalze an die Elektroden zu erleichtern. Die hohe Affinität des Graphits und Kohlenstoffs insbesondere zu Carbonatsalzen ermöglicht das schnelle und effektive Entkalken des Wassers. Es liegt somit eine hohe Affinitätstrennung zwischen Kohlendioxid und Erdalkalisalzen vor. Diese hohe Grenzflächenaffinität ermöglicht deshalb das schnelle und effektive Entkalken des Wassers.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform besteht die erste Elektrode aus Titan, Titanlegierungen oder beschichteten Titanmetall (z. B. mit Mischoxiden), z. B. als Flach- oder Streckmetall, oder anderen Metallen zum Leiten des Stromes.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die erste Elektrode eine glatte Oberflächenstruktur auf.

[0024] Zweckmäßigerweise wird die Enthärtungsgeschwindigkeit mit den Parametern Umwälzgeschwindigkeit des Wassers im elektrochemischen Reaktor und/oder Anströmgeschwindigkeit des Wassers an die Elektroden und/oder der Temperatur des Wassers im elektrochemischen Reaktor und/oder der Stromdichte an den Elektroden und/oder der angelegten Spannungsdifferenz an den Elektroden und/oder dem pH-Wert des Wassers im elektrochemischen Reaktor gesteuert. Dies ermöglicht eine einfache und effektive Steuerung des Enthärtens, wobei die einzelnen Parameter durch eine vorzugsweise elektronische oder elektrische Steuerung festgelegt werden.

[0025] Vorteilhafterweise kann die Temperatur des Wassers im elektrochemischen Reaktor mit einer Heizung erhöht werden und/oder die Umwälzgeschwindigkeit und/oder die Anströmgeschwindigkeit des Wassers im elektrochemischen Reaktor mit einer Umwälzpumpe und/oder einem Umwälzrotor im elektrochemischen Reaktor gesteuert werden und/oder der pH-Wert des Wassers im elektrochemischen Reaktor durch das Auslassen des beim Enthärten entstehenden Kohlendioxids aus dem geschlossenen elektrochemischen Reaktor mit einem Entlüftungsventil gesteuert werden.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform wird in einer Regenerationsphase wenigstens eine Elektrode von Kalk befreit, indem die Elektroden umgepolt werden und/oder der Kalk auf wenigstens einer Elektrode mechanisch, z. B. durch Anströmen von Wasser oder mit einer Bürste, entfernt wird und/oder durch Spülung der Elektroden mit einer sauren Lösung, z. B. einer Lösung mit Zitronensäure, der Kalk entfernt wird. Dadurch können die Elektroden einfach, schnell und effektiv von Kalk befreit werden.

[0027] Ein erfindungsgemäßes wasserführendes Haushaltgerät, z. B. Geschirrspülmaschine, umfasst einen elektrochemischen Reaktor mit einer ersten und einer zweiten Elektrode zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser, wobei das im elektrochemischen Reaktor enthärtete Wasser als Reinigungsflüssigkeit, insbesondere Spüllotte, genutzt wird und die erste Elektrode und die zweite Elektrode wenigstens teilweise aus einem unterschiedlichem Material oder Werkstoff bestehen. Der

Verwendung von unterschiedlichem Material für die erste und zweite Elektrode ist sinnvoll, weil die erste und zweite Elektrode in der Behandlungsphase die gleiche Verwendung als Kathode oder Anode finden.

[0028] Vorzugsweise verfügt wenigstens eine Elektrode wenigstens teilweise über eine Porenstruktur. Insbesondere die Kathode verfügt über eine Porenstruktur, weil sich an die Kathode das Calciumcarbonat anlagert.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform besteht die zweite Elektrode wenigstens teilweise aus Graphit- oder Kohlenstofffzillen, die eine hohe Affinität zu Erdalkalisalzen, z. B. Carbonatsalze, aufweisen, um das Anlagern z. B. der Carbonatsalze an die Elektroden zu erleichtern.

[0030] Zweckmäßigerweise besteht die erste Elektrode aus Titan, Titanlegierungen oder beschichteten Titanmetall, z. B. als Flach- oder Streckmetall, oder anderen Metallen zum Leiten des Stromes.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform weist die Anode eine glatte Oberflächenstruktur auf.

[0032] Vorteilhafterweise verfügt der elektrochemische Reaktor über eine Heizung, einen Rohwasserzulauf, ein Ablassventil, ein Entlüftungsventil und eine Umwälzpumpe.

[0033] Zweckmäßigerweise ist in einer Behandlungsphase zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser eine erste Elektrode stets die Anode und eine zweite Elektrode stets die Kathode.

[0034] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 einen schematisierten Querschnitt durch einen elektrochemischen Reaktor in einem erfindungsgemäßen wasserführenden Haushaltgerät.

[0035] Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch einen elektrochemischen Reaktor 1, in welchem sich das zu enthärtende Wasser befindet. Im elektrochemischen Reaktor 1 sind eine z. B. stab- oder plattenförmige erste Elektrode 3, 4 und zweite Elektrode 4 beispielsweise aus Titan oder Kohlenstoff angeordnet, welche von einem Kohlenstofffzill 10 überzogen ist. Die Elektroden 3, 4 können konstruktiv aus Einzelelektroden 3, 4 wie beispielsweise in Fig. 1 dargestellt bestehen, werden jedoch insgesamt als Elektroden 3, 4 behandelt (nicht in Fig. 1 dargestellt). Der Kohlenstofffzill 10 ist, weil er ebenfalls Elektrodenwirkung hat, Teil der Elektroden 3, 4. Die z. B. plattenförmigen Elektroden 3, 4 im Inneren des Kohlenstofffzilles dienen im Wesentlichen zum Leiten des Stromes. Die Elektroden 3, 4 sind an eine Gleichspannungsquelle 2 angeschlossen. Über den Rohwasserzulauf 5 wird Wasser in den elektrochemischen Reaktor 1 eingeleitet und nach dem Enthärten über das Ablassventil 6 zur Verwendung als Spülflotte in einer Geschirrspülmaschine nach einer Enthärtung abgeleitet, wobei das Ablassventil 6 auch zum Ableiten von Ablagerungen bzw. Sedimentationen am Boden des elektrochemischen Reaktors 1 dienen kann. Während des Enthärtens in einer Behand-

lungsphase wird vorzugsweise im Wesentlichen kein Wasser durch den elektrochemischen Reaktor 1 geleitet. Über ein Entlüftungsventil 7 kann der elektrochemische Reaktor 1 entlüftet werden, beispielsweise zum Ableiten von beim Enthärten an der Anode 3 auftretendem Kohlendioxid. Das Kohlendioxid bildet mit dem Wasser im elektrochemischen Reaktor Kohlensäure. Dadurch kommt es zu einer Absenkung des pH-Wertes des Wassers in den sauren Bereich. Das enthärtete Wasser ist damit sauer und hat kalklösende Eigenschaften. Dadurch kann eine Fleckenbildung auf dem Spültrog in der Geschirrspülmaschine verhindert werden und/oder zur Unterstützung der Reinigungsleistung genutzt werden. Diese anodische Kohlensäurebildung wird vorzugsweise in Klar- und Zwischenspülgängen eingesetzt. Durch Sensoren wird der pH-Wert des Wassers erfasst und die Strom- und/oder Spannungsstärke der Elektroden und/oder das Entlüften des Kohlendioxids entsprechend angesteuert, so dass der gewünschte pH-Wert erreicht wird. Mit einer Heizung 9 kann die Temperatur des Wassers im elektrochemischen Reaktor 1 erhöht werden.

[0036] Die Entkalkung des Wassers im elektrochemischen Reaktor 1 erfolgt durch das Anlegen einer Gleichspannung während einer Behandlungsphase an die Elektroden 3, 4 durch kathodische Abscheidung von Erdalkalisalzen, z. B. Carbonatsalz, an der Kathode 4 als zweite Elektrode 4. An der Kathode 4 bilden sich OH-Ionen, wodurch sich der pH-Wert erhöht in dem alkalischen Bereich in der Umgebung der Kathode 4. Dies führt in der Gleichgewichtsreaktion zwischen Ca^{2+} , CO_3^{2-} , H_2O und CO_2 auf der linken Seite und Ca^{2+} sowie HCO_3^- auf der rechten Seite zu einer Verschiebung des Gleichgewichts auf die linke Seite. Dadurch erhöht sich die Konzentration an CO_3^{2-} . Aufgrund des kleinen Löslichkeitsprodukts von Ca^{2+} , CO_3^{2-} gegenüber Ca^{2+} , 2HCO_3^- kommt es zu einer Ausfällung von Calciumcarbonat (CaCO_3) an der Kathode. Aufgrund der hohen Affinität des Kohlenstofffzilles 10 zum Festkörper Calciumcarbonat fällt vorteilhafterweise Calciumcarbonat besonders leicht aus, und es können auch größere Mengen an Calciumcarbonat an der Kathode angelagert werden. Der Kohlenstofffzill verfügt aufgrund seines strukturierten, aufgerauten, porösen Aufbaus über eine besonders große Oberfläche, so dass sich vorteilhafterweise besonders große Mengen an Alkalicarbonat, z. B. Calciumcarbonat, leicht anlagern. Durch besondere Kathodenformen kann die zur Verfügung stehende Oberfläche weiter erhöht werden, z. B. mit einem stapelartigen Aufbau mit mehreren, übereinander liegenden Schichten. Die Form der Elektroden kann vorteilhafterweise auch an die geometrischen Gegebenheiten des elektrochemischen Reaktors 1, der durch den Aufbau des Geschirrspülers bedingt ist, angepasst werden. Dies geschieht beispielsweise durch einen plattenförmigen Aufbau der Elektroden oder durch Wickelelektroden, in denen die beiden Elektroden 3, 4 in einem Abstand zueinander gewickelt angeordnet sind sowie durch die Größe der Elektroden 3, 4. Es besteht auch die Möglichkeit, je nach Bedarf und

verfügbarem Platz mehr als zwei Elektroden 3, 4 im elektrochemischen Reaktor 1 zu integrieren. Die Aufnahmekapazität der Kathode 4 bzw. der zweiten Elektrode 4 für Calciumcarbonat kann auch dahingehend ausgelegt sein, dass keine Regeneration der Kathode 4 während der Lebensdauer der Geschirrspülmaschine erforderlich ist.

[0037] Eine in den chemischen Reaktor 1 über den Rohwasserzulauf eingeleitete bestimmte Wassermenge wird dadurch während Behandlungsphasen, d. h. bei angelegter Gleichspannung an den Elektroden 3, 4, durch das Entfernen von z. B. Carbonatsalzen enthärtet. Es liegt ein diskontinuierliches Wassereenthärtungsverfahren vor, weil dies nicht ständig ausgeführt wird. Erfolgt keine Umpolung der Elektroden 3, 4 wird vorzugsweise auch während des Einleitens und Ausleitens von Wasser in den elektrochemischen Reaktor 1 eine elektrische Spannungsdifferenz auf die Elektroden 3, 4 aufgebracht, d. h. die Behandlungsphase ausgeführt. Es kann auch während des Ausleitens des enthärteten Wassers aus dem elektrochemischen Reaktor 1 keine elektrische Spannungsdifferenz auf die Elektroden 3, 4 aufgebracht werden, um das nach dem Abschalten der elektrischen Spannungsdifferenz zwischen Anode und Kathode verbleibende träge Nachwirken des elektrochemischen Enthärtungspotentials ausnutzen zu können. In wasserführenden Haushaltsgeräten können hinsichtlich der Entkalkung im Allgemeinen klar definierte Vorgaben, z. B. die notwendige Wassermenge und die Zeitzyklen, gemacht werden. Zwischen diesen Vorgaben und den Behandlungsparametern, z. B. der Elektrodenoberfläche, der angelegten Spannung an den Elektroden 3, 4, der Temperatur des Wassers im elektrochemischen Reaktor 1, der Stromdichte an den Elektrodenoberflächen, d. h. das Verhältnis aus Strom zur Elektrodenoberfläche, und der Zirkulation, insbesondere der Anströmgeschwindigkeit des Wassers an die Elektroden 3, 4 und der Umwälzgeschwindigkeit des Wassers im elektrochemischen Reaktor 1 kann der Enthärtungsvorgang sehr einfach und genau insbesondere auch vorab gesteuert oder geregelt werden.

[0038] Zur Erhöhung der Enthärtungsgeschwindigkeit kann mittels einer Pumpe 8 eine Zirkulation im elektrochemischen Reaktor 1 oder eine bestimmte Anströmgeschwindigkeit an die Elektroden 3, 4 erzeugt werden. Das ist auch mit einem Umwälzrotor im elektrochemischen Reaktor 1 möglich (nicht dargestellt). Mit einer Heizung 9 kann die Temperatur des Wassers im elektrochemischen Reaktor 1 erhöht werden und damit auch die Enthärtungsgeschwindigkeit. Die elektrischen Größen können vorteilhafterweise unabhängig von der Entstehung von Nebenprodukten, z. B. Nitrit- und Ammoniumionen, an das gewünschte Enthärtungsergebnis angepasst werden. Es ist ein potentiostatischer Betrieb mit konstanter Spannung und ein amperostatischer Betrieb mit konstantem Strom möglich. Vorspannungen über 2,6 V sind aufgrund des Entlüftungsventils 7 und des Ablassventils 6 möglich, weil entstehende Gase, insbesondere Koh-

lendioxid CO_2 , und andere Nebenprodukte aus dem elektrochemischen Reaktor 1 entfernt werden können. Mit Hilfe des freierwerdenden Kohlendioxids CO_2 ist eine zusätzliche Steuerung der Enthärtungsgeschwindigkeit durch Einwirkung auf die Gleichgewichtsreaktion zwischen Carbonat CO_3^{2-} und Hydrogencarbonat HCO_3^- möglich, weil CO_2 mit Wasser Kohlensäure bildet, der den pH-Wert senkt und dadurch weniger Calciumcarbonat ausfällt. Die Steuerung und Regelung des Enthärtungsvorgangs im elektrochemischen Reaktor 1 ist damit sehr einfach und genau möglich.

[0039] Die Enthärtung der Elektroden 3, 4 erfolgt in einer Regenerationsphase. Nach einer gewissen Anzahl an Behandlungsphasen kommt es zur Sättigung der Kalkaufnahmefähigkeit an den Elektroden 3, 4 mit Graphitfilz 10. Nach einer derartigen Sättigung des Graphitfilzes 10 an den Elektroden 3, 4 kann sich auch das gebildete Calciumcarbonat selbständig, beispielsweise durch Abblättern, lösen. Die Zeit bis zur Sättigung des Graphitfilzes 10 an der Kathode 4 hängt von verschiedenen Rahmenparametern, z. B. Elektrodenoberfläche, Anzahl der Spül- und Waschgänge, Waschverbrauch während des Spülablaufs und der Härte des Rohwassers ab. Die Kathode 4 ist hierzu zu regenerieren, d. h. von Kalk zu befreien, um nachteilige Sedimentationen von Kristallagglomeraten bei Enthärtungen gänzlich zu vermeiden oder diese zu reduzieren und die Enthärtungsgeschwindigkeit insgesamt zu erhalten.

[0040] Die Regeneration der Elektroden 3, 4 kann beispielsweise durch eine Umpolung der Elektroden 3, 4 ausgeführt werden. Dabei wird vor und nach jeder Regenerationsphase eine Umpolung der Elektroden 3, 4 ausgeführt. Dadurch wirkt die zweite Elektrode 3 stets als Kathode 4 und die erste Elektrode 3 stets als Anode 3 in der Behandlungsphase, umgekehrt jedoch in der Regenerationsphase. Aufgrund dieser nicht wechselnden Verwendung der Elektroden 3, 4 ist unterschiedliches Material für die erste und zweite Elektrode 3, 4 sinnvoll, welches auf die entsprechende Verwendung als Anode oder Kathode spezifisch ausgerichtet ist. Die Carbonatsalze werden anodisch in der Regenerationsphase aufgelöst, was zu einer Aufhärtung des Wassers im elektrochemischen Reaktor 1 führt. Andererseits können Carbonatsalzkrystalle auch von den Elektroden 3, 4 abgesprengt und nachfolgend mit dem aufgehärteten Wasser ausgespült werden. Diese Calciumcarbonatkrystalle wirken als Impfkristalle in der Spüllotte der Geschirrspülmaschine, an denen sich ausfallender Kalk bevorzugt anlagert. Dadurch können Kalkablagerungen am Spülgut verhindert oder reduziert werden. Für eine effektive Kalkentfernung von den Elektroden bei den Umpolungsphasen ist eine Mindeststromdichte an den Elektroden 3, 4 notwendig, die üblicherweise über der Stromdichte zum Enthärten während der Behandlungsphasen liegt. In einer weiteren Variante zur Regeneration der Elektroden 3, 4 können die abgeschiedenen Kalkmengen mechanisch entfernt werden. Dies erfolgt beispielsweise durch eine bestimmte, relativ große Anströmung der

Elektroden 3, 4 mit Wasser im elektrochemischen Reaktor 1 oder durch spezielle Bürsten, die in dem elektrochemischen Reaktor 1 angeordnet sind und durch eine entsprechende Bewegung den Kalk vom Kohlenstoffzylinder 10 der Elektroden 3, 4 entfernen oder durch eine Veränderung der geometrischen Form des Kohlenstoffzylinders 10, z. B. von plattenförmig auf gewellt und umgekehrt (nicht dargestellt). In einer ergänzenden Variante ist es auch möglich, die Regeneration durch Spülung der Elektroden 3, 4 mit einer sauren Lösung, z. B. einer Zitronensäurelösung, auszuführen. Des Weiteren kann die Regeneration natürlich durch eine Kombination mit zwei oder drei der oben beschriebenen Varianten ausgeführt werden. Das während der Regenerationsphase entstehende aufgekühlte "Regenerierwasser" kann unter Umständen auch in speziellen Spülphasen als Spülflotte verwendet werden, so dass kein unnötiger Wasserverbrauch stattfindet.

[0041] Die elektrochemische Enthärtung kann vor, während und nach Spülphasen, d. h. Teilprogrammschritten in der Geschirrspülmaschine, erfolgen. Das enthartete Wasser wird entweder im elektrochemischen Reaktor 1 oder in einem gesonderten Zwischenspeicher (nicht dargestellt) für die Verwendung als Spülflotte zwischengespeichert. Das Wasser wird somit für den nächsten Teilprogrammschritt innerhalb eines Reinigungsprogramms vorbereitet, d. h. während einer Vorhaltungsphase entsprechend vorgehalten. Die Enthärtungsgeschwindigkeit wird je nach Ausgangshärte des Rohwassers und dem gewünschten Härtegrad für die Spülflotte entsprechend der oben dargestellten Parameter gesteuert oder geregelt. Dabei besteht auch die Möglichkeit, je nach Bedarf, das enthartete Wasser mit nicht enthartetem Rohwasser zu mischen.

[0042] Der elektrochemische Reaktor 1 kann an verschiedenen beliebigen Stellen innerhalb der Geschirrspülmaschine angeordnet werden. Aufgrund nahezu beliebiger Bauformen des elektrochemischen Reaktors 1 kann hier eine optimale Anpassung erfolgen. Beispielsweise kann er an den Seitenwänden, z. B. in Integration mit einem Wärmetauscher, ausgeführt werden oder in der Tür einer Wand des Spülbehälters oder oberhalb der Deckenwandung des Spülbehälters. Des Weiteren ist auch eine Anordnung unterhalb der Bodenwandung des Spülbehälters im Aggregaterraum möglich.

[0043] Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen darin, dass eine wenigstens gleichwertige Enthärtungsleistung im Vergleich zu bekannten Ionenaustauschern möglich ist. Dabei ist vorteilhafterweise keine Verwendung von Zusatzstoffen, d. h. Enthärtersalz, notwendig. Es findet eine tatsächliche Entsalzung (Salzreduktion) statt mit einer positiven Wirkung auf verbleibende Salzmenigen in Trocknungsflächen auf dem Geschirr. Aufgrund der nicht notwendigen Verwendung von Regeneriersalz ergibt sich für den Benutzer eines wasserführenden Haushaltgeräts sowohl eine Kostenersparnis als auch eine deutliche Komforterhöhung, weil kein Regeneriersalz vorgehalten und verwendet werden

muß und es handelt sich um einen Beitrag zum Umweltschutz. Der Wasserverbrauch in wasserführenden Haushaltgeräten sinkt, weil mit dem erfindungsgemäßen elektrochemischen Reaktor eine größere Wassermenge nach der Regenerationsphase entkalkt werden kann als mit einem Ionenaustauscher nach der Regeneration mit Enthärtersalz. Sowohl der Ionenaustauscher als auch der elektrochemische Reaktor gemäß der Erfindung benötigen zum Regenerieren Wasser. Vorteilhafterweise kann gegebenenfalls beim erfindungsgemäßen elektrochemischen Reaktor das aufgekühlte "Regenerierwasser" wiederverwendet werden, was beim Ionenaustauschverfahren nicht möglich ist. Dadurch benötigt das erfindungsgemäße Haushaltgerät noch weniger Wasser.

Patentansprüche

1. Verfahren zur elektrochemischen, diskontinuierlichen Enthärtung von Wasser in einem wasserführenden Haushaltgerät, z. B. eine Geschirrspülmaschine, mit einem elektrochemischen Reaktor (1), mit einer ersten und einer zweiten Elektrode (3, 4) mit folgenden Schritten:

- Einleiten von zu enthartendem Wasser in den elektrochemischen Reaktor (1),
- Aufbringen einer elektrischen Spannungsdifferenz zwischen der ersten Elektrode (3) und der zweiten Elektrode (4), um das Wasser in einer Behandlungsphase im elektrochemischen Reaktor (1) elektrochemisch zu enthärten und
- Ausleiten des entharteten Wassers aus dem elektrochemischen Reaktor (1) zur Verwendung als Reinigungsflüssigkeit, z. B. Spülflotte, im wasserführenden Haushaltgerät,

dadurch gekennzeichnet, dass

während einer Behandlungsphase zur elektrochemischen Enthärtung des Wassers die erste Elektrode stets als Anode (3) und die zweite Elektrode (4) stets als Kathode (4) wirkt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kalk nicht anodisch, d. h. durch Umpolen der Elektroden (3, 4), von der zweiten Elektrode (4) entfernt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** außerhalb der Behandlungsphase eine gerade Anzahl an Umpolungen der Elektroden (3, 4) erfolgt, insbesondere vor und nach jeder Regenerationsphase.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Ausleitens des entharteten Wassers aus dem elek-

- trochemischen Reaktor (1) keine elektrische Spannungsdifferenz zwischen der ersten Elektrode (3) und der zweiten Elektrode (4) aufgebracht ist, um das nach dem Abschalten der elektrischen Spannungsdifferenz zwischen der ersten Elektrode (3) und zweiten Elektrode (4) verbleibende träge Nachwirken des elektrochemischen Enthärtungspotentials ausnutzen zu können.
- 5 Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine anodische Kohlensäurebildung eine pH-Wert Absenkung des enthärteten Wassers in den sauren Bereich erfolgt, um vorzugsweise in Klar- und Zwischenspülgängen in einer Geschirrspülmaschine insbesondere Fleckenbildungen zu vermeiden und/oder die Reinigungsleistung zu erhöhen.
- 10 Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an der Kathode (4) sich bildenden Calciumcarbonatkristalle wenigstens teilweise vom enthärteten Wasser zur Verwendung als Reinigungsflüssigkeit mitgenommen werden, so dass die Calciumcarbonatkristalle als Impfkristalle wirken, an denen sich ausfallender Kalk anlagert.
- 15 Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das enthärtete Wasser in einem gesonderten Zwischenspeichervor der Verwendung als Reinigungsflüssigkeit zwischengespeichert wird.
- 20 Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Elektrode (3) und die zweite Elektrode (4) aus unterschiedlichem Material besteht.
- 25 Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Elektrode (3, 4) wenigstens teilweise über eine Porenstruktur verfügt.
- 30 Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Elektrode (4) wenigstens teilweise aus Graphit- oder Kohlenstofffilzen (10), vorzugsweise als äußere Ummantelung zu Metallteilen im Inneren der zweiten Elektrode (4) zum Leiten des Stromes, bestehen, die eine hohe Affinität zu Erdalkalisalzen, z. B. Carbonatsalze, aufweisen, um das Anlagern z. B. der Carbonatsalze an die Elektroden (3, 4) zu erleichtern.
- 35 Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anode (3) aus Titan, Titanlegierungen oder beschichteten Titanmetall, z. B. als Flach- oder Streckmetall, oder anderen Metallen zum Leiten des Stromes bestehen.
- 40 Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Elektrode (3) eine glatte Oberflächenstruktur aufweist.
- 45 Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Enthärtungsgeschwindigkeit mit den Parametern Umwälzgeschwindigkeit des Wassers im elektrochemischen Reaktor (1) und/oder Anströmgeschwindigkeit des Wassers an die Elektroden (3, 4) und/oder der Temperatur des Wassers im elektrochemischen Reaktor (1) und/oder der Stromdichte an den Elektroden und/oder der angelegten Spannungsdifferenz an den Elektroden (3, 4) und/oder dem pH-Wert des Wassers im elektrochemischen Reaktor (1) gesteuert wird.
- 50 Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur des Wassers im elektrochemischen Reaktor (1) mit einer Heizung (9) erhöht werden kann und/oder die Umwälzgeschwindigkeit und/oder die Anströmgeschwindigkeit des Wassers im elektrochemischen Reaktor (1) mit einer Umwälzpumpe (8) und/oder einem Umwälzrotor im elektrochemischen Reaktor (1) gesteuert wird und/oder der pH-Wert des Wassers im elektrochemischen Reaktor (1) durch das Auslassen des beim Enthärten entstehenden Kohlendioxids aus dem geschlossenen elektrochemischen Reaktor (1) mit einem Entlüftungsventil (6) gesteuert wird.
- 55 Wasserführendes Haushaltgerät, z. B. Geschirrspülmaschine, umfassend:
- einen elektrochemischen Reaktor (1) mit einer ersten und einer zweiten Elektrode (3, 4) zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser, wobei
 - das im elektrochemischen Reaktor enthärtete Wasser als Reinigungsflüssigkeit, insbesondere Spülflotte, genutzt wird,
- dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Elektrode (3) und die zweite Elektrode (4) wenigstens teilweise aus einem unterschiedlichem Material oder Werkstoff bestehen.
- 60 Wasserführendes Haushaltgerät nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Elektrode (3, 4) wenigstens teilweise über eine Porenstruktur verfügt.
- 65 Wasserführendes Haushaltgerät nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kathode (4) wenigstens teilweise aus Graphit- oder Kohlenstofffilzen (10) besteht, die eine hohe Affinität zu Erdalkalisalzen, z. B. Carbonatsalze, aufweisen, um das Anlagern z. B. der Carbonatsalze an die

Elektroden (3, 4) zu erleichtern.

18. Wasserführendes Haushaltgerät nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anode (3) aus Titan, Titanlegierungen oder beschichteten Titanmetall, z. B. als Flach- oder Streckmetall, oder anderen Metallen zum Leiten des Stromes besteht. 5
19. Wasserführendes Haushaltgerät nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anode (3) eine glatte Oberflächenstruktur aufweist. 10
20. Wasserführendes Haushaltgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrochemische Reaktor (10) über eine Heizung (9), einen Rohwasserzulauf (5), ein Ablassventil (6), ein Entlüftungsventil (7) und eine Umwälzpumpe (8) verfügt. 15
21. Wasserführendes Haushaltgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Behandlungsphase zur elektrochemischen Enthärtung von Wasser eine erste Elektrode (3) stets die Anode (3) ist und eine zweite Elektrode (4) stets die Kathode (4) ist. 20
22. Wasserführendes Haushaltgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 ausführbar ist. 25

35

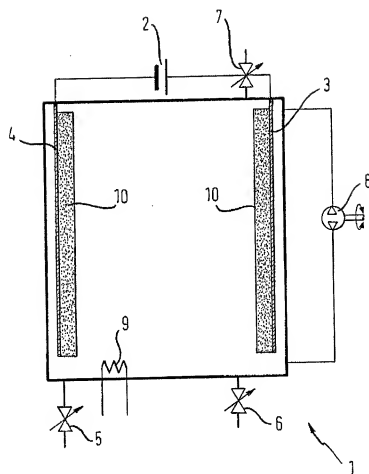
40

45

50

55

Fig. 1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 11 9862

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
P,X	WO 2005/087669 A (BSH BOSCH SIEMENS HAUSGERÄTE [DE]; FLEISCHMANN ROBERT [DE]; GRUELL FR) 22. September 2005 (2005-09-22) * das ganze Dokument *	1,2,4-7, 13,14,22	INV. C02F1/46 C02F1/461 A47L15/42
X	DE 27 08 240 A1 (SIEMENS AG) 31. August 1978 (1978-08-31) * Seite 2 - Seite 4; Ansprüche 6,7; Abbildung 1 *	1,5,8, 10,15, 17,21,22	
X	WO 00/64325 A2 (ELTEK SPA [IT]; GADINI COSTANZO [IT]) 2. November 2000 (2000-11-02) * Seite 7, Zeile 2 - Zeile 4; Ansprüche 1,17,26,27,29,37,44,53,55,57 * * Seite 11, Zeile 4 - Zeile 7 * * Seite 20 - Seite 25 *	1,4,7, 13,14, 20,21 10,12, 17,19	
X	WO 03/099096 A (PROCTER & GAMBLE [US]) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) * Zusammenfassung; Ansprüche 1,8 *	15,16,18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y		8,11	C02F A47L
X	WO 03/096863 A2 (PROCTER & GAMBLE [US]) 27. November 2003 (2003-11-27) * Zusammenfassung *	15,18	
Y		8,11	
A	EP 1 388 595 A (GRUENBECK JOSEF WASSERAUF [DE]) 11. Februar 2004 (2004-02-11) * Absatz [0017] - Absatz [0020]; Ansprüche 2-5 *	9-11, 16-18	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
3	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 22. Dezember 2006	Prüfer Grigoraki, Erasmia
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE			
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund P: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentschriftstück, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument *: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EP 1 762 546 A1 (P2)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 06 11 9862

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentsdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-12-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentsdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005087669 A	22-09-2005	DE 102005008506 A1 EP 1732850 A1	20-10-2005 20-12-2006
DE 2708240 A1	31-08-1978	KEINE	
WO 0064325 A2	02-11-2000	AT 280532 T AU 4136100 A DE 60015350 D1 EP 1204364 A2 ES 2230092 T3 IT T0990320 A1 US 6766812 B1	15-11-2004 10-11-2000 02-12-2004 15-05-2002 01-05-2005 23-10-2000 27-07-2004
WO 03099096 A	04-12-2003	AU 2002323183 A1 AU 2002323207 A1 AU 2002324726 A1 AU 2002335645 A1 WO 03099097 A1 WO 03099982 A1 WO 03099983 A1	12-12-2003 12-12-2003 12-12-2003 12-12-2003 04-12-2003 04-12-2003 04-12-2003
WO 03096863 A2	27-11-2003	AU 2003229304 A1 CA 2485838 A1 EP 1505902 A2 JP 2005525191 T MX PA04011402 A	02-12-2003 27-11-2003 16-02-2005 25-08-2005 14-02-2005
EP 1388595 A	11-02-2004	KEINE	

EPO J0504 P0401

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/02

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19823670 A1 [0004]
- EP 1036769 A1 [0005]
- DE 19852956 C1 [0006]
- DE 102005008506 [0008]